



E34

10/030083	
REC'D 23 AUG 2000 #2	
WIPO	PCT

PCT/FR 00/02018

BREVET D'INVENTION

FROD/2018

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 18 JUIL 2000

DOCUMENT DE PRIORITÉ
PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir en lettres capitales

DB 540a W/170299

DATE DE REMISE DES PIÈCES

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **9909024**

INPI

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

12 JUL. 1999

12 JUL. 1999

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande de brevet européen

demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ certificat d'utilité n°

date

Établissement du rapport de recherche

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

Filter optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité.

3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

PHOTONETICS

Forme juridique

SA

Nationalité (s) FR

Adresse (s) complète (s)

52, Avenue de l'Europe
78160 MARLY-LE-ROI

Pays

FRANCE

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

MICHELET Alain
C.P.I. bm (92-1178 I)
Cabinet HARLE ET PHELIP

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9909024

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

TITRE DE L'INVENTION :

Filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

PHOTONETICS

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique)

LEFEVRE Hervé
5-15, rue Olivier Noyer
75014 PARIS

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

12 JUL 1999

MICHELET Alain
C.P.I. bm (92-1176 I)
Cabin t HARLE ET PHELIP

La présente invention concerne un filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité et ayant des fibres optiques préférentiellement monomodes comme portes d'entrée et de sortie.

5 Le développement des télécommunications par fibre optique multiplexée en longueur d'onde requiert la mise au point et l'optimisation de tels dispositifs. On recherche en particulier à découper un spectre large en domaines spectraux dits ici - intervalle spectral limité - tout en évitant les superpositions et diaphonies susceptibles d'en résulter.

10 De nombreux dispositifs ont déjà été proposés à cet effet, la plupart d'entre eux consistant à étaler le spectre lumineux dans un plan et à placer dans ce plan, une fente délimitant la bande spectrale étroite que l'on veut sélectionner, mais alors la lumière ne peut pas être recouplée efficacement dans une fibre optique monomode.

15 D'autres dispositifs mettent en œuvre des ensembles de composants en optique guidée : coupleurs, multiplexeurs-démultiplexeurs,...

L'optimisation de ces dispositifs implique d'obtenir des fonctions de transmission rectangulaire et sans perte du flux lumineux d'intervalle spectral limité sélectionné, c'est-à-dire que dans une représentation de l'intensité du
20 flux lumineux transmis en fonction de la longueur d'onde telle que celle de la figure 1, la bande découpée ait des bords aussi verticaux que possible et un sommet aussi plat que possible et les pertes soient aussi faibles que possible. L'aplatissement du sommet est obtenu selon l'état de l'art en générant des pertes.

25 Les inventeurs se sont donnés pour objectif de réaliser un tel dispositif mettant en œuvre un ensemble réseau-rélecteur dans la configuration de Littman-Metcalf pour profiter des performances élevées offertes par ce type de configuration et que ce dispositif ne génère pas de pertes et possède des fibres optiques, de préférence monomodes, comme portes d'entrée et de
30 sortie.

Ainsi, l'invention concerne un filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité dans un flux lumineux de spectre large comprenant :

- une fibre optique d'entrée ayant une extrémité,

- un ensemble réseau-réflecteur dans la configuration de Littman-Metcalf,

- un système optique convergent de collimation au foyer duquel est placée l'extrémité de la fibre d'entrée,

5 - un système optique convergent de focalisation placé entre le réseau et le réflecteur.

Selon l'invention, le réflecteur est placé dans le plan focal du système optique de focalisation et a une dimension limitée dans le plan de dispersion, la position et la dimension limitée du réflecteur dans le plan de dispersion
10 déterminant l'intervalle spectral découpé.

Dans différents modes de réalisation présentant chacun ses avantages spécifiques et susceptibles d'être utilisés selon toutes les combinaisons techniquement compatibles :

- la fibre optique d'entrée est une fibre monomode ;
15 - le flux lumineux de spectre limité produit est collecté dans une fibre optique monomode de sortie distincte de la fibre d'entrée et de même type que celle-ci;

- le dispositif comporte plusieurs fibres optiques monomodes de sortie, chacune étant associée à un réflecteur, placé au voisinage du plan focal du
20 système optique de focalisation et ayant une dimension faible dans le plan de dispersion et déterminant, pour chaque fibre de sortie, un intervalle spectral particulier ;

- le flux lumineux de spectre limité produit est collecté par la fibre d'entrée et celle-ci porte un circulateur optique permettant de séparer le flux
25 de sortie du flux entrant sans perte d'énergie ;

- le dispositif comporte un réflecteur de repliement assurant un doublement des passages du faisceau lumineux sur le réseau ;

- le dispositif comporte un séparateur de polarisation placé entre l'optique de collimation de la fibre d'entrée et le réseau et produisant deux
30 faisceaux lumineux élémentaires parallèles et polarisés orthogonalement l'un à l'autre, une lame $\lambda/2$ étant placée sur l'un des faisceaux élémentaires de façon à produire deux faisceaux élémentaires polarisés dans une direction orthogonale aux traits du réseau, le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf renvoyant chaque faisceau élémentaire sur le chemin et
35 opposée de l'autre ;

- le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir plan ;
- le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir plan associé à un bi-prisme ;
- le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un dièdre tronqué.

L'invention sera décrite plus en détail en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation d'un spectre découpé par le dispositif de l'invention ;
- la figure 2 est une représentation d'un dispositif de l'invention mis en œuvre avec un circulateur ;
- les figure 3A et 3B sont une représentation d'une configuration de Littman-Metcalf utilisée de manière traditionnelle ;
- les figures 4A et 4B sont une représentation d'un premier mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 5A et 5B sont une représentation d'un deuxième mode de réalisation de l'invention, avec compensation des effets de polarisation dus au réseau ;
- les figures 6A et 6B sont une représentation d'un troisième mode de réalisation de l'invention mettant en œuvre une fibre de sortie distincte de la fibre d'entrée ;
- la figure 7 est une vue détaillée d'un réflecteur mis en œuvre dans le troisième mode de réalisation ;
- la figure 8 est une vue détaillée d'un type de réflecteur alternatif pouvant être mis en œuvre dans le troisième mode de réalisation ;
- les figures 9A, 9B et 9C sont une représentation d'un quatrième mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 est donc un graphique représentant l'énergie du flux lumineux sortant du dispositif de découpage de l'invention, en fonction de la longueur d'onde λ . Le spectre entrant est supposé étendu, en longueur d'onde, à l'échelle de ce graphique étendu et le dispositif de l'invention permet de découper une bande étroite représentée par une fonction aussi proche que possible d'une fonction rectangulaire, de largeur $\Delta\lambda$ centrée sur une longueur d'onde λ_1 .

Le dispositif de l'invention comporte donc une fibre d'entrée 1 ayant une extrémité 2. Le dispositif de découpage d l'invention dans son ensemble est désigné par la référence 3. Ce dispositif comporte un ensemble réseau 4-réflexeur 5 dans la configuration de Littman-Metcalf.

5 On sait que dans la configuration habituelle de Littman-Metcalf qui est représentée sur les figures 3A et 3B, le faisceau collimaté incident fait un angle θ_1 avec la normale au réseau. Un réflecteur R est placé avec sa normale ayant un angle θ_2 sur le réseau. La longueur d'onde λ qui respecte la condition $\lambda = p (\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$ où p est le pas du réseau, est dispersée par le
10 réseau à un angle θ_2 puis rétro-réfléchi par le réflecteur qui lui est alors perpendiculaire. Enfin, elle est dispersée de nouveau dans le réseau au retour et ressort sous l'angle θ_1 d'entrée. La longueur d'onde λ est donc ainsi sélectionnée par la cavité. Il est possible de faire varier cette longueur d'onde λ en faisant varier l'orientation de l'ensemble réseau-réflexeur, c'est-à-dire
15 en faisant varier θ_1 ou bien en faisant varier uniquement l'orientation du réflecteur, c'est-à-dire en faisant varier θ_2 ou enfin en faisant varier uniquement l'orientation du réseau, c'est-à-dire en faisant varier θ_1 et θ_2 tout en conservant $\theta_1 - \theta_2$ constant.

Dans la description de tels dispositifs, on appelle traditionnellement -
20 plan de dispersion - le plan perpendiculaire aux traits du réseau contenant le rayon central du faisceau incident et les rayons centraux des faisceaux dispersés par le réseau, c'est celui de la figure 3B.

Pour chaque faisceau, on appellera - plan transverse - le plan perpendiculaire au rayon central et - plan longitudinal - le plan
25 perpendiculaire au plan de dispersion contenant le rayon central. Le plan longitudinal est donc celui de la figure 3A.

Sur les différentes figures annexées, la vue A est une vue dépliée, c'est-à-dire selon laquelle le faisceau dispersé 7 par le réseau 4 a été représenté dans le prolongement direct du faisceau incident 6 pour améliorer
30 la lisibilité. La vue B est une représentation vue du dessus, c'est-à-dire dans un plan parallèle au plan de dispersion.

La figure 4 avec ses vues A et B présente un premier mode de réalisation de l'invention. Un système optique convergent 8 au foyer duquel est placée l'extrémité 2 de la fibre d'entrée 1, collimate le faisceau 9 émis par
35 l'extrémité de la fibre, de telle sorte que le faisceau incident 6 sur le réseau

est un faisceau collimaté. Ainsi, le ou les faisceaux dispersés 7 sont des faisceaux également collimatés et un système optique convergent 10 focalise ces faisceaux dans son plan focal 4' où est placé un miroir 5 qui a une dimension d limitée dans le plan de dispersion tel que cela apparaît sur la figure 4B. Pour les longueurs d'onde correspondant aux faisceaux 7' se réfléchissant sur le miroir, le système se comporte en œil-de-chat, et donc ces longueurs d'onde se recouplent en retour dans la fibre d'entrée, qu'elle soit monomode ou multimode.

Ainsi, ce miroir ne renvoie vers le système optique 10 et donc vers le réseau 4, qu'une partie limitée du spectre, les longueurs d'onde correspondant aux faisceaux extérieurs 7'' n'étant pas réfléchies.

Ce flux découpé et reçu en retour par le système optique 8 puis par la fibre optique 1 qui joue ainsi dans ce mode de réalisation, le rôle de fibre optique d'entrée et de sortie.

Différents dispositifs sont concevables pour séparer les flux d'entrée et flux de sortie, en particulier, de manière préférée, on a représenté sur la figure 2, un circulateur qui permet de réaliser cette séparation avec des pertes d'énergie minimales.

La fibre d'entrée-sortie 1 reliée au dispositif de découpage 3 est donc reliée à son autre extrémité au circulateur 11 qui possède une entrée 12 et une sortie 13.

Différents modes de réalisation préférés permettent la mis en œuvre du dispositif décrit plus haut et augmentent chacun, la finesse de la bande spectrale découpée et, éventuellement, de permettre le découpage d'un plus grand nombre de bandes élémentaires dans le spectre large incident.

Tel que représenté sur les figures 5A et 5B, on a mis en œuvre un dispositif compensant les effets de polarisation connus susceptibles d'être introduits par le réseau 4 et de produire des effets parasites.

A cet effet, le faisceau collimaté 6 émergeant du système optique 8 est divisé par le séparateur de polarisation 14 en deux faisceaux parallèles, respectivement 15 et 16, de polarisation croisée. Une lame $\lambda/2$ 17 modifie la polarisation du flux 16, de telle sorte que le flux 15 et le flux modifié 18 ont la même polarisation et subissent donc exactement les mêmes effets de la part du réseau 4. La lentille 10 fait converger chacun de ces faisceaux sur le miroir 5 qui échange leurs trajets, ce qui signifie que les trajets de retour des

faisceaux 18 et 15 sont échangés après réflexion sur le miroir 5, le faisceau 18 empruntant au retour le chemin optique du faisceau 15 à l'aller et réciproquement.

Ainsi, les faisceaux 18 et 15 sont recombinaés au retour et ont subi
5 exactement les mêmes effets du réseau 4.

On évite ainsi tout effet parasite susceptible d'être produit par le réseau en fonction de la polarisation et donc on améliore la forme de la répartition spectrale du flux lumineux découpé.

Sur les figures 6A et 6B, on a représenté un mode de réalisation dans
10 lequel la fibre de sortie 20 est distincte de la fibre d'entrée 1.

A cet effet, on utilise à la place du miroir 5, un réflecteur 21 qui, vu dans le plan longitudinal, a la forme d'un dièdre alors qu'il garde une faible dimension d dans le plan de dispersion.

Tel que représenté dans le plan longitudinal, ce dièdre 21 est
15 positionné par rapport au système optique convergent 10 de telle sorte que, après réflexion sur chacune des faces du dièdre 21, les faisceaux entrants parallèles dans le système optique 10 convergent en un faisceau 41 dans le plan milieu 22 du dièdre 21 et émergent sous forme d'un faisceau symétrique 42, permettant ainsi que le faisceau 23 émis par la fibre 1 forme un faisceau
20 24 symétrique du faisceau 23 par rapport à l'axe optique 25 du système et soit reçu par la fibre 20 placée symétriquement par rapport à cet axe de la fibre d'entrée 1.

Un tel dièdre est représenté plus en détail sur la figure 7 et ce composant peut être remplacé de manière analogue par l'ensemble
25 représenté sur la figure 8 constitué par un biprisme 30 et un miroir 31. Le miroir 31 étant perpendiculaire à l'axe de symétrie du biprisme 30, un faisceau entrant 41 produisant le faisceau 33 par la déviation du biprisme 30 est convergent dans le plan du miroir 31 et réfléchi symétriquement. Le miroir 31 produisant un faisceau 32 qui, après déviation par le biprisme 30, produit
30 un faisceau 42. Le faisceau 42 est symétrique du faisceau 41. Ce composant 30, 31 permet donc, comme le réflecteur 21, la réalisation d'un faisceau 35 à recevoir par la fibre 20 à partir du faisceau 23 émis par la fibre 1.

Sur les figures 9 (9A, 9B, 9C), on a représenté un mode de réalisation de l'invention permettant à la fois de compenser les effets de polarisation
35 comme indiqué plus haut, de linéariser la répartition du spectre, en fréquence,

dans la zone de découpage et de compenser l'anamorphose habituellement introduit par le réseau.

A cet effet, un séparateur de polarisation est placé après le système optique convergent 8 et décompose le faisceau lumineux incident 9 produit par la fibre optique d'entrée 1 en deux faisceaux 15 et 18. Un prisme 27 est
5 alors placé sur les faisceaux et réalise une première dispersion précédant celle produite par le réseau 4.

On sait qu'il est ainsi possible de produire par l'association du prisme 27 et du réseau 4, une dispersion linéaire en fréquence.

10 Les faisceaux lumineux sont alors repliés sur eux-mêmes par un réflecteur 26 qui les renvoient donc, en sens inverse, sur l'ensemble disperseur formé par le réseau 4 et le prisme 27.

Pour une meilleure lisibilité, sur les figures 9, on a représenté de manière indépendante, sur la vue A, une représentation transverse du
15 dispositif telles que les vues A des figures 3, 4, 5, 6, sur la vue B, une vue dans le plan de dispersion correspondant à l'étage supérieur de la vue A et, sur la vue C, une vue dans ce même plan de dispersion de l'étage inférieur de la vue A.

A l'étage supérieur, après une nouvelle dispersion par l'ensemble
20 réseau 4-prisme 27, le système optique de collimation 10 focalise ces faisceaux sur le miroir 5 qui opère la sélection spectrale recherchée.

Les faisceaux sélectionnés sont alors réfléchis et suivent un chemin inverse de celui décrit jusqu'à présent pour converger en retour sur l'extrémité 2 de la fibre 1.

25 Ainsi, la séparation de polarisation permet une action symétrique du réseau lors de chacun de ces passages et évite donc tout effet perturbant, l'association d'un prisme et d'un réseau permet la linéarisation en fréquence dans le plan d'étalement du spectre, c'est-à-dire dans le plan du miroir 5, le double passage de chacun des faisceaux dans l'ensemble disperseur
30 (réseau-prisme) assure la compensation de l'anamorphose et donc un couplage efficace du faisceau sortant dans la fibre 1. Ce quatrième mode de réalisation peut être utilisé en combinaison avec le troisième mode en remplaçant la fibre unique par une fibre d'entrée et une ou plusieurs fibres de sortie et en remplaçant le miroir par un ou plusieurs dièdres réflecteurs ou
35 ensembles miroir-biprisme.

Il peut être aussi utile d'associer chaque fibre avec une microlentille pour réduire la divergence du faisceau 9.

Enfin, ce filtre peut être accordable en modifiant la position ou la largeur d du réflecteur, ou bien en plaçant en rotation le réseau ou l'ensemble système optique de collimation - réflecteur ou enfin le réflecteur de repliement 5 26. Associé à un détecteur, ce filtre permet de réaliser un analyseur de spectre optique de réponse spectrale rectangulaire.

REVENDEICATIONS

1. Filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité dans un flux lumineux de spectre large comprenant :

- une fibre optique d'entrée ayant une extrémité,
 - 5 - un ensemble réseau-réflecteur dans la configuration de Littman-Metcalf,
 - un système optique convergent de collimation au foyer duquel est placée l'extrémité de la fibre d'entrée,
 - un système optique convergent de focalisation placé entre le réseau
 - 10 et le réflecteur,
- caractérisé en ce qu'au moins un réflecteur est placé dans le plan focal du système optique de focalisation et a une dimension limitée dans le plan de dispersion, la position et la dimension limitée du réflecteur dans le plan de dispersion déterminant l'intervalle spectral découpé.

15 2. Filtre optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fibre optique d'entrée est une fibre monomode.

3. Filtre optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le flux lumineux de spectre limité produit est collecté dans une fibre optique de sortie distincte de la fibre d'entrée et de même type que celle-ci.

20 4. Filtre optique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs fibres optiques de sortie, chacune étant associée à un réflecteur, ces réflecteurs étant placés dans le plan focal du système optique de focalisation et ayant une dimension faible dans le plan de dispersion et déterminant un intervalle spectral particulier.

25 5. Filtre optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le flux lumineux de spectre limité produit est collecté par la fibre d'entrée et que celle-ci porte un circulateur optique permettant de séparer le flux de sortie du flux entrant sans perte d'énergie.

30 6. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un réflecteur de repliement assurant un doublement des passages du faisceau lumineux sur le réseau.

7. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un séparateur de polarisation placé entre la fibre d'entrée et le réseau et produisant deux faisceaux lumineux élémentaires parallèles et

35 polarisés orthogonalement l'un à l'autre, une lame $\lambda/2$ étant placée sur l'un

des faisceaux élémentaires de façon à produire deux faisceaux parallèles élémentaires polarisés dans une direction orthogonale aux traits du réseau, le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf renvoyant chaque faisceau élémentaire sur le chemin et en direction opposée de l'autre.

5 8. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir plan.

 9. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir plan associé à un bi-prisme.

10 10. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un dièdre tronqué.



— Le Mandataire
Cabinet HARLE & PHELIP

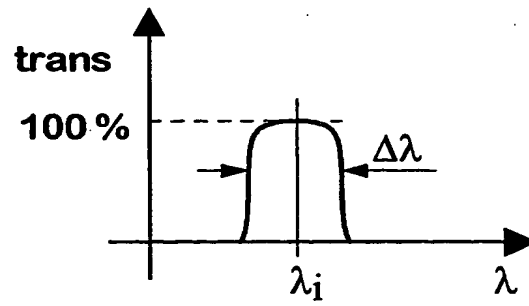


FIGURE 1

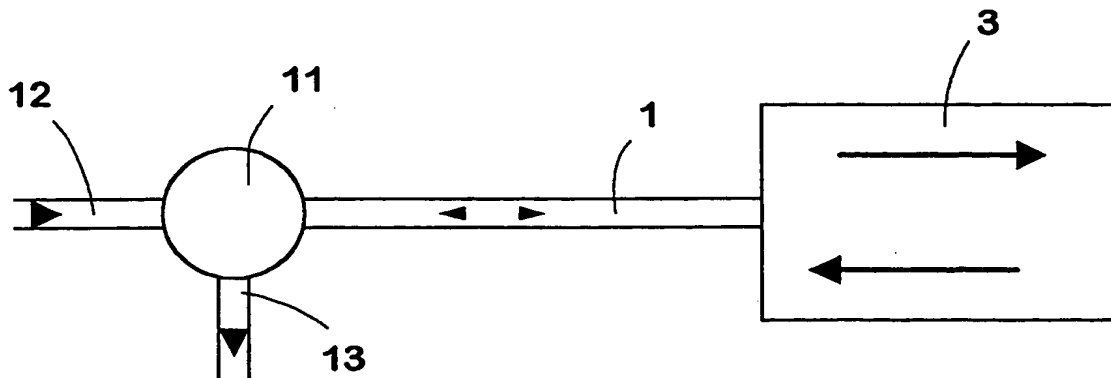


FIGURE 2

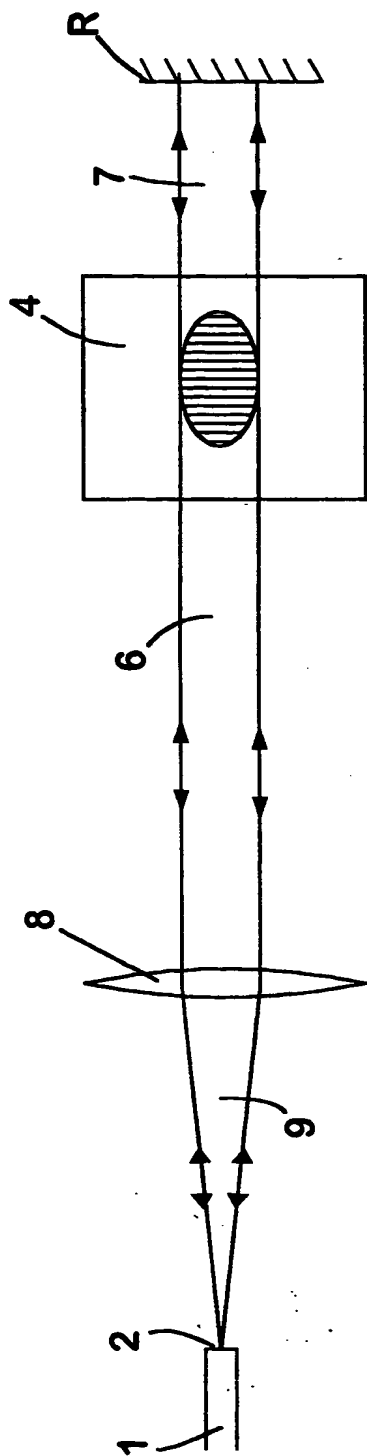


FIGURE 3A

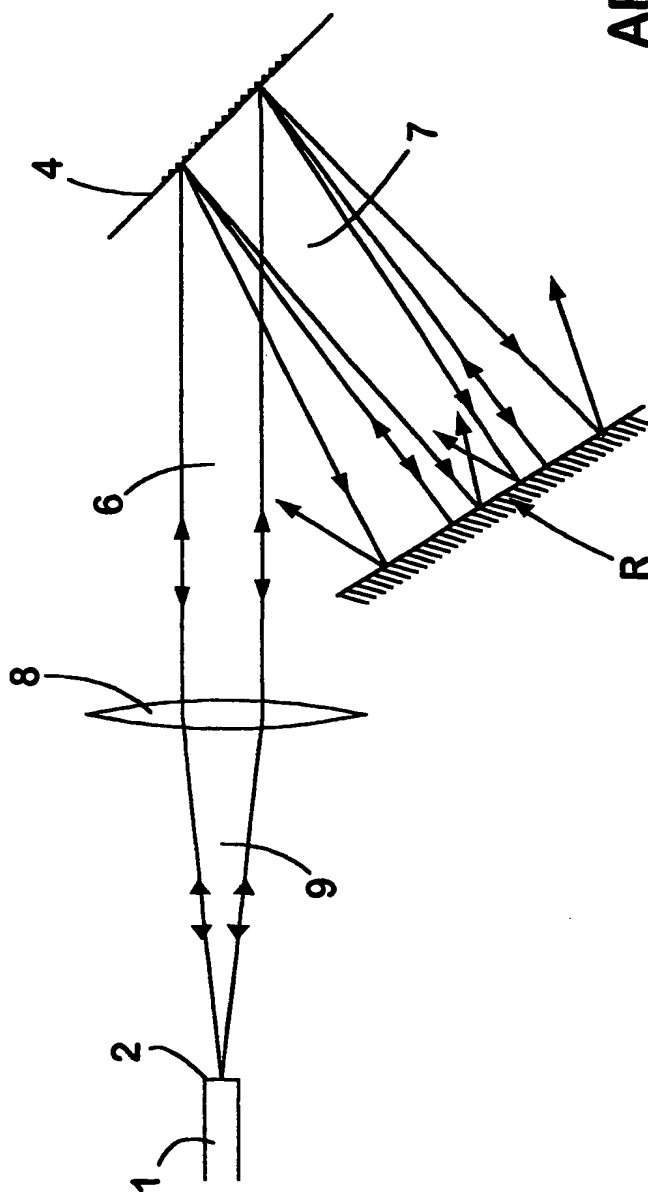


FIGURE 3B
ART ANTERIEUR

ORIGINAL

3/7

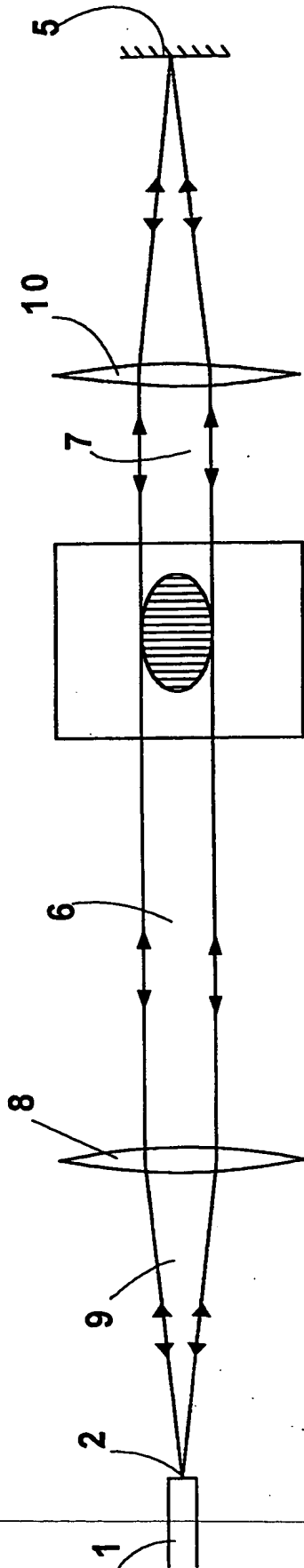


FIGURE 4A

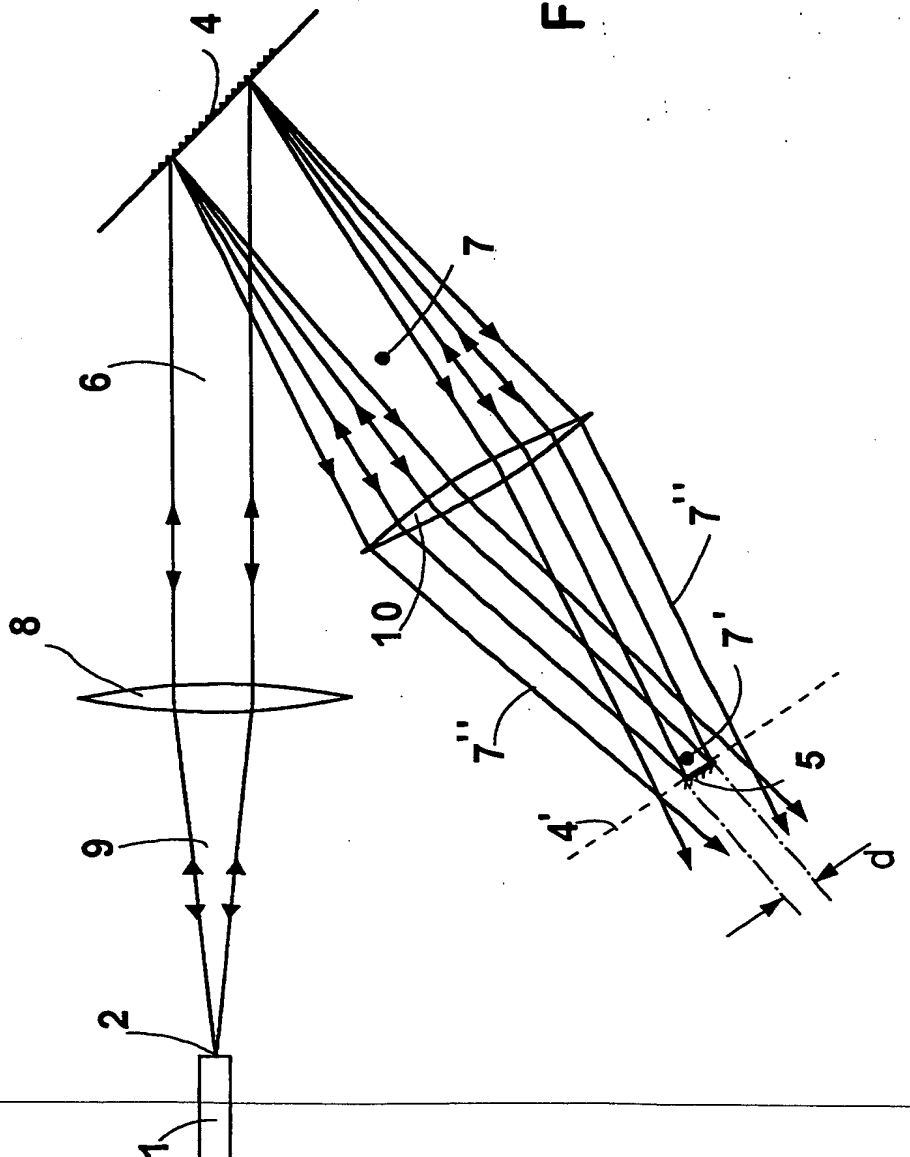


FIGURE 4B

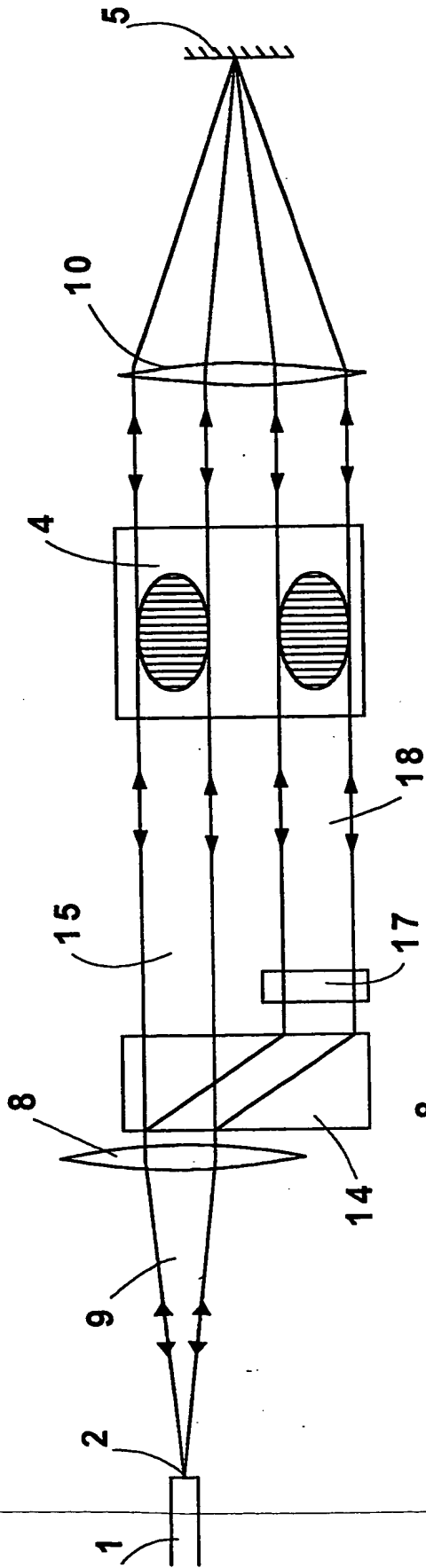


FIGURE 5A

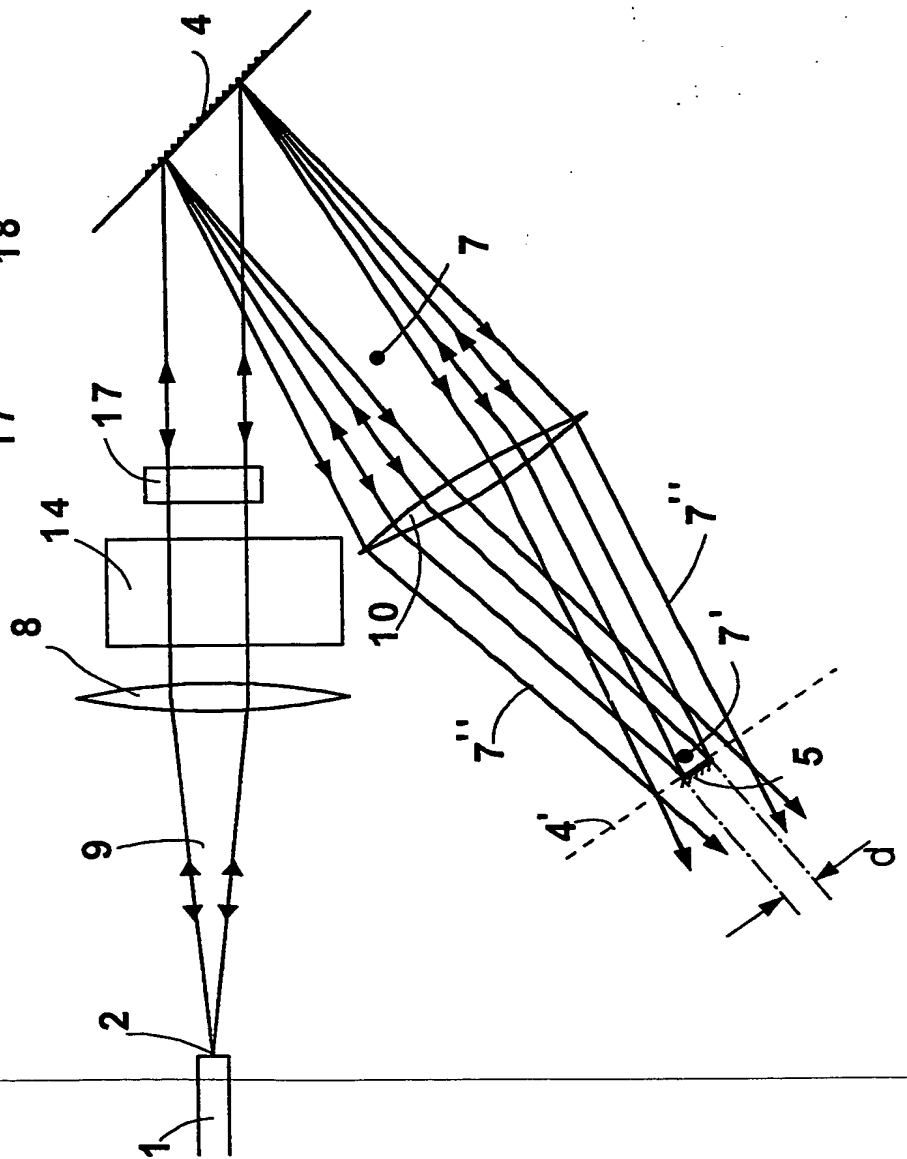


FIGURE 5B

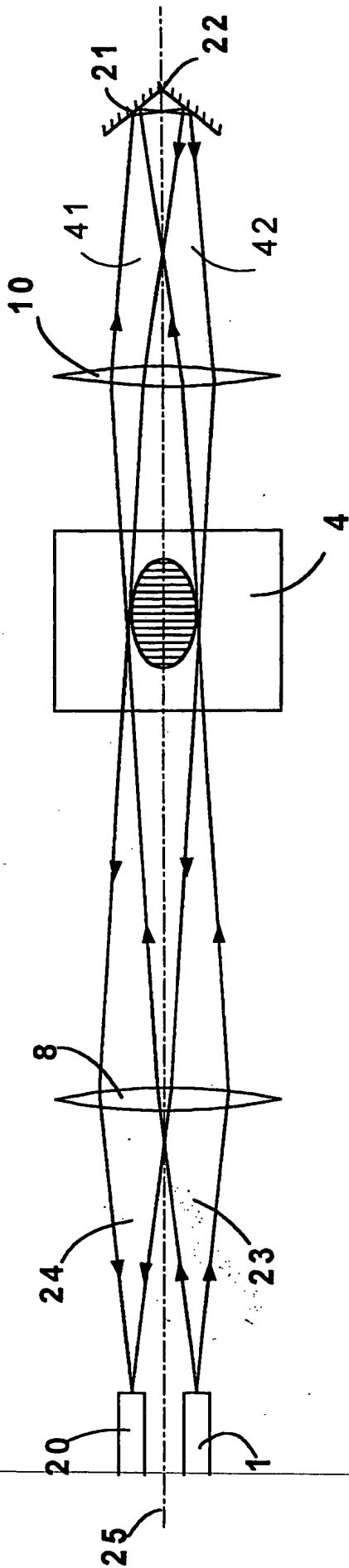


FIGURE 6A

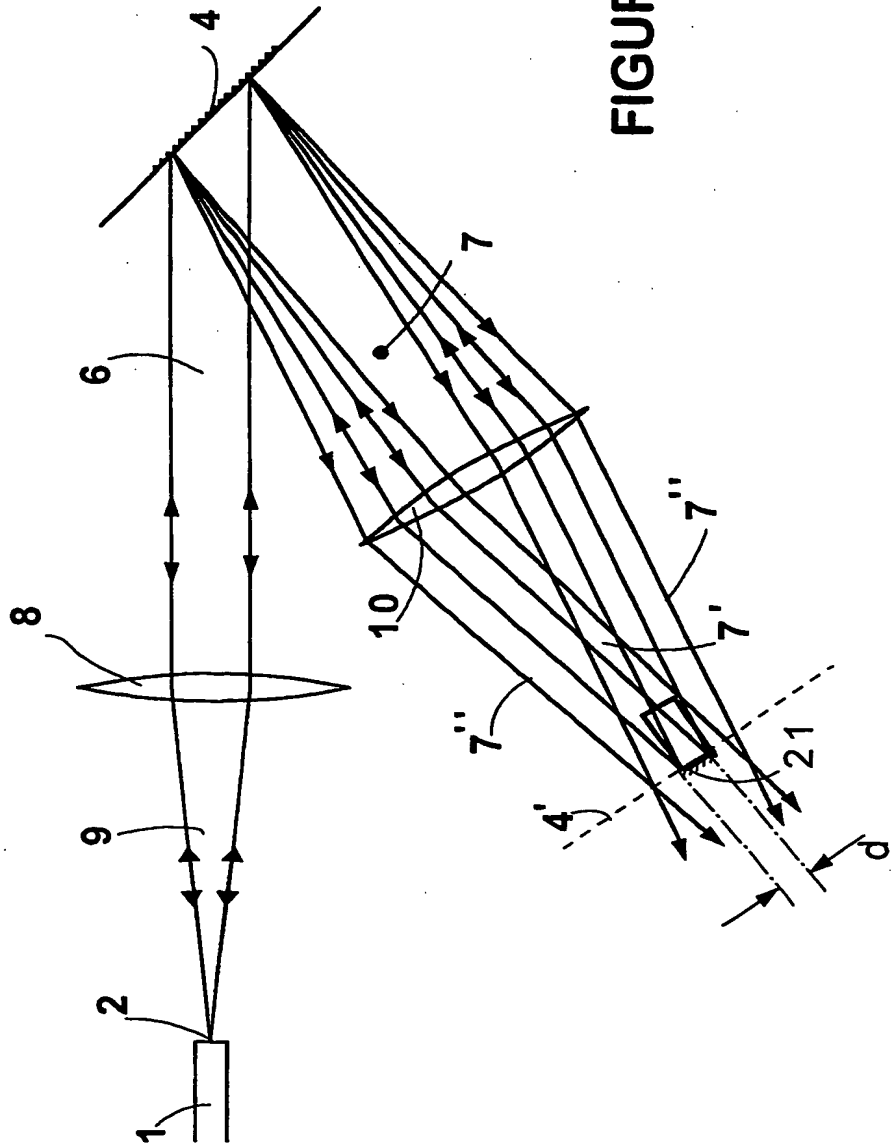
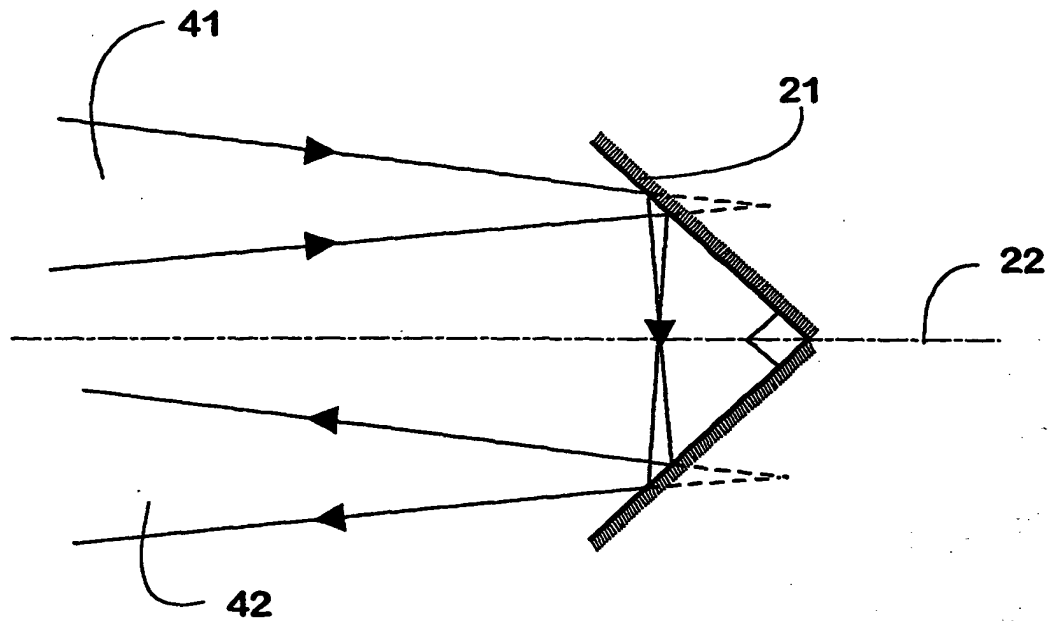
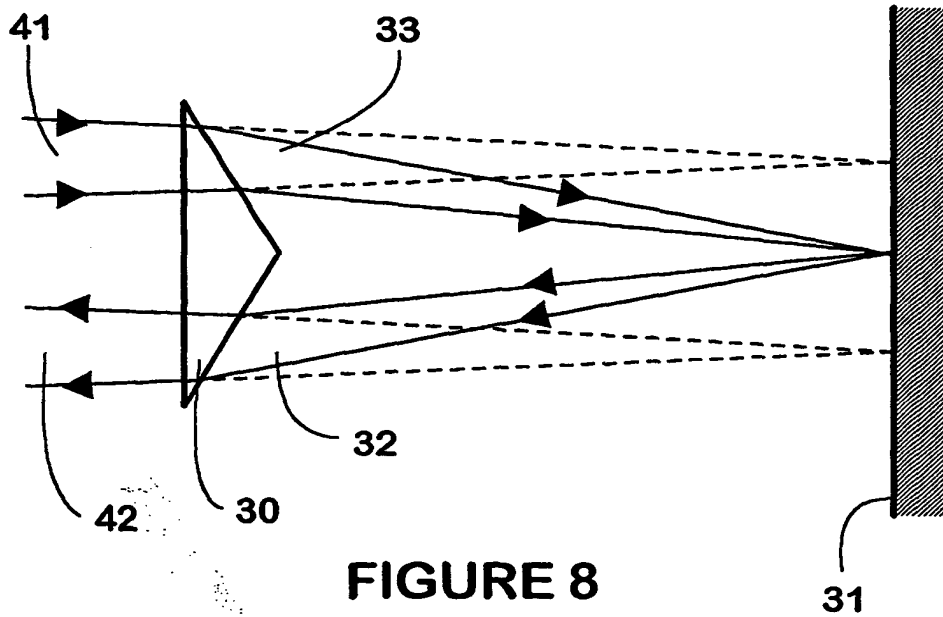


FIGURE 6B

ORIGINAL**FIGURE 7****FIGURE 8**

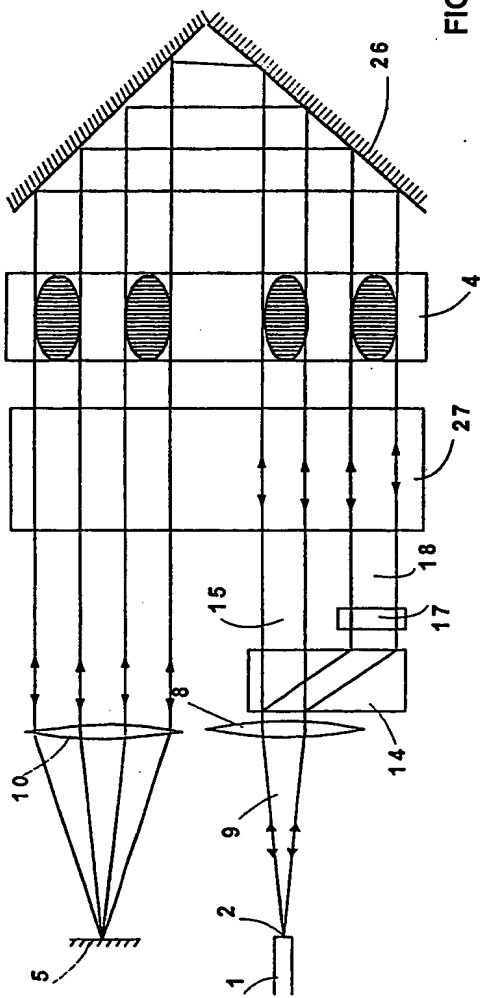


FIGURE 9A

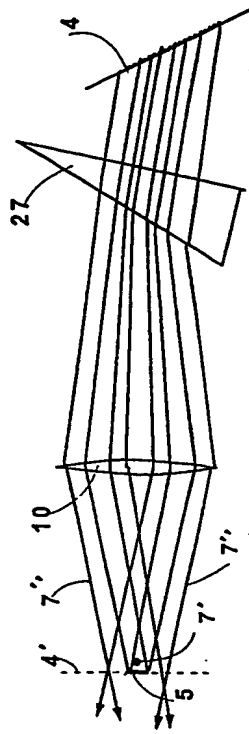


FIGURE 9B

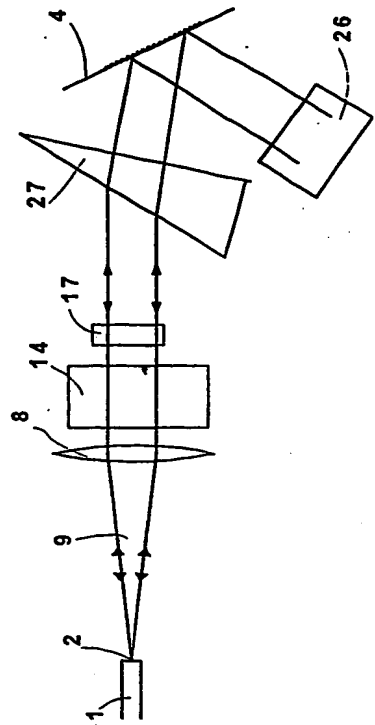


FIGURE 9C

REVENDEICATIONS

1. Filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité dans un flux lumineux de spectre large comprenant :

- une fibre optique d'entrée ayant une extrémité,
- 5 - un ensemble réseau-réflecteur dans la configuration de Littman-Metcalf,
- un système optique convergent de collimation au foyer duquel est placée l'extrémité de la fibre d'entrée,
- un système optique convergent de focalisation placé entre le réseau
- 10 et le réflecteur,
- au moins un réflecteur placé dans le plan focal du système optique de focalisation qui a une dimension limitée dans le plan de dispersion, la position et la dimension limitée du réflecteur dans le plan de dispersion déterminant l'intervalle spectral découpé,
- 15 caractérisé en ce qu'il comporte un séparateur de polarisation placé entre la fibre d'entrée et le réseau et produisant deux faisceaux lumineux élémentaires parallèles et polarisés orthogonalement l'un à l'autre, une lame $\lambda/2$ étant placée sur l'un des faisceaux élémentaires de façon à produire deux faisceaux parallèles élémentaires polarisés dans une direction orthogonale
- 20 aux traits du réseau, le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf renvoyant chaque faisceau élémentaire sur le chemin et en direction opposée de l'autre.

2. Filtre optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fibre optique d'entrée est une fibre monomode.

- 25 3. Filtre optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le flux lumineux de spectre limité produit est collecté dans une fibre optique de sortie distincte de la fibre d'entrée et de même type que celle-ci.

4. Filtre optique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs fibres optiques de sortie, chacune étant associée à un
- 30 réflecteur, ces réflecteurs étant placés dans le plan focal du système optique de focalisation et ayant une dimension faible dans le plan de dispersion et déterminant un intervalle spectral particulier.

5. Filtre optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le flux lumineux de spectre limité produit est collecté par la fibre

d'entrée t que c lle-ci porte un circulateur optique permettant de séparer le flux de sortie du flux entrant sans perte d'énergie.

- 5 6. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un réflecteur de repliement assurant un doublement des passages du faisceau lumineux sur le réseau.

7. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir plan associé à un bi-prisme.

- 10 8. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un dièdre tronqué.



FILTRE OPTIQUE A REPONSE RECTANGULAIRE PERMETTANT LE DECOUPAGE D'UN INTERVALLE SPECTRAL LIMITE

La présente invention concerne un filtre optique à réponse
5 rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité et
ayant des fibres optiques préférentiellement monomodes comme portes
d'entrée et de sortie.

Le développement des télécommunications par fibre optique
multiplexée en longueur d'onde requiert la mise au point et l'optimisation
10 de tels dispositifs. On recherche en particulier à découper un spectre
large en domaines spectraux dits ici - intervalle spectral limité - tout en
évitant les superpositions et diaphonies susceptibles d'en résulter.

De nombreux dispositifs ont déjà été proposés à cet effet, la plupart
d'entre eux consistant à étaler le spectre lumineux dans un plan et à
15 placer dans ce plan, une fente délimitant la bande spectrale étroite que
l'on veut sélectionner, mais alors la lumière ne peut pas être recouplée
efficacement dans une fibre optique monomode.

D'autres dispositifs mettent en œuvre des ensembles de
composants en optique guidée : coupleurs, multiplexeurs-
20 démultiplexeurs,...

L'optimisation de ces dispositifs impliquent d'obtenir des fonctions
de transmission rectangulaire et sans perte du flux lumineux d'intervalle
spectral limité sélectionné, c'est-à-dire que dans une représentation de
l'intensité du flux lumineux transmis en fonction de la longueur d'onde
25 telle que celle de la figure 1, la bande découpée ait des bords aussi
verticaux que possible et un sommet aussi plat que possible et les pertes
soient aussi faibles que possible. L'aplatissement du sommet est obtenu
selon l'état de l'art en générant des pertes.

On connaît aussi un document (I. Nishi et al., Décembre 1987) qui
30 divulgue un multiplexeur-démultiplexeur à large bande pour filtre
multimode. Il propose la mise en œuvre d'un système rétrodispersif en
configuration de Littrow par rapport à une fibre d'entrée et des fibres de
sortie. Ce document précise que la largeur de la bande passante de ce
dispositif est déterminée par la longueur du rétro réflecteur.

Par ailleurs, dans un article publié (Chi-Luen Wang et al., 1994), est décrit un laser à cavité externe dans laquelle la cavité externe est configurée de telle sorte qu'elle permet le filtrage de deux longueurs d'onde. Le filtrage est réalisé par des bandes réfléchissantes constituant des miroirs réflecteurs coopérant avec un réseau.

La mise en œuvre de l'enseignement de ces documents ne permet pas la réalisation d'un dispositif stable en transmission et assurant une bonne précision.

Les inventeurs se sont donnés pour objectif de réaliser un tel dispositif mettant en œuvre un ensemble réseau-réflecteur dans la configuration de Littman-Metcalf pour profiter des performances élevées offertes par ce type de configuration et que ce dispositif ne génère pas de pertes et possède des fibres optiques, de préférence monomodes, comme portes d'entrée et de sortie, assurant une stabilité et une précision optimisées.

Ainsi, l'invention concerne un filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité dans un flux lumineux de spectre large comprenant :

- une fibre optique d'entrée ayant une extrémité,
- un ensemble réseau-réflecteur dans la configuration de Littman-Metcalf,
- un système optique convergent de collimation au foyer duquel est placée l'extrémité de la fibre d'entrée,
- un système optique convergent de focalisation placé entre le réseau et le réflecteur,
- au moins un réflecteur placé dans le plan focal du système optique de focalisation qui a une dimension limitée dans le plan de dispersion, la position et la dimension limitée du réflecteur dans le plan de dispersion déterminant l'intervalle spectral découpé.

Selon l'invention, le filtre optique comporte un séparateur de polarisation placé entre la fibre d'entrée et le réseau et produisant deux faisceaux lumineux élémentaires parallèles et polarisés orthogonalement l'un à l'autre, une lame $\lambda/2$ étant placée sur l'un des faisceaux élémentaires de façon à produire deux faisceaux parallèles élémentaires polarisés dans une direction orthogonale aux traits du réseau, le

réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf renvoyant chaque faisceau élémentaire sur le chemin et en direction opposée de l'autre.

Dans différents modes de réalisation présentant chacun ses avantages spécifiques et susceptibles d'être utilisés selon toutes les combinaisons techniquement compatibles :

- la fibre optique d'entrée est une fibre monomode,
- le flux lumineux de spectre limité produit est collecté dans une fibre optique de sortie distincte de la fibre d'entrée et de même type que celle-ci,
- le filtre optique comporte plusieurs fibres optiques de sortie, chacune étant associée à un réflecteur, ces réflecteurs étant placés dans le plan focal du système optique de focalisation et ayant une dimension faible dans le plan de dispersion et déterminant un intervalle spectral particulier,
- le flux lumineux de spectre limité produit est collecté par la fibre d'entrée et que celle-ci porte un circulateur optique permettant de séparer le flux de sortie du flux entrant sans perte d'énergie,
- le filtre optique comporte un réflecteur de repliement assurant un doublement des passages du faisceau lumineux sur le réseau,
- le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir plan associé à un bi-prisme,
- le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un dièdre tronqué.

L'invention sera décrite plus en détail en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation d'un spectre découpé par le dispositif de l'invention ;
- la figure 2 est une représentation d'un dispositif de l'invention mis en œuvre avec un circulateur;
- les figure 3A et 3B sont une représentation d'une configuration de Littman-Metcalf utilisée de manière traditionnelle;
- les figures 4A et 4B sont une représentation d'un premier mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 5A et 5B sont une représentation d'un premier mode de réalisation de l'invention, avec compensation des effets de polarisation dus au réseau ;

5 - les figures 6A et 6B sont une représentation d'un deuxième mode de réalisation de l'invention mettant en œuvre une fibre de sortie distincte de la fibre d'entrée ;

- la figure 7 est une vue détaillée d'un réflecteur mis en œuvre dans le deuxième mode de réalisation ;

10 - la figure 8 est une vue détaillée d'un type de réflecteur alternatif pouvant être mis en œuvre dans le deuxième mode de réalisation ;

- les figures 9A, 9B et 9C sont une représentation d'un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

15 - la figure 10 est un mode de réalisation de l'invention mettant en œuvre un réflecteur alternatif dans le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 est donc un graphique représentant l'énergie du flux lumineux sortant du dispositif de découpage de l'invention, en fonction de la longueur d'onde λ . Le spectre entrant est supposé étendu, en longueur d'onde, à l'échelle de ce graphique étendu et le dispositif de l'invention
20 permet de découper une bande étroite représentée par une fonction aussi proche que possible d'une fonction rectangulaire, de largeur $\Delta\lambda$ centrée sur une longueur d'onde λ_i .

Le dispositif de l'invention comporte donc une fibre d'entrée 1 ayant une extrémité 2. Le dispositif de découpage de l'invention dans son
25 ensemble est désigné par la référence 3. Ce dispositif comporte un ensemble réseau 4-réflecteur 5 dans la configuration de Littman-Metcalf.

On sait que dans la configuration habituelle de Littman-Metcalf qui est représentée sur les figures 3A et 3B, le faisceau collimaté incident fait un angle θ_1 avec la normale au réseau. Un réflecteur R est placé avec sa
30 normale ayant un angle θ_2 sur le réseau. La longueur d'onde λ qui respecte la condition $\lambda = p (\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$ où p est le pas du réseau, est dispersée par le réseau à un angle θ_2 puis rétro-réfléchi par le réflecteur qui lui est alors perpendiculaire. Enfin, elle est dispersée de nouveau dans le réseau au retour et ressort sous l'angle θ_1 d'entrée. La longueur
35 d'onde λ est donc ainsi sélectionnée par la cavité. Il est possible de faire

varier cette longueur d'onde λ en faisant varier l'orientation de l'ensemble réseau-réflecteur, c'est-à-dire en faisant varier θ_1 ou bien en faisant varier uniquement l'orientation du réflecteur, c'est-à-dire en faisant varier θ_2 ou enfin en faisant varier uniquement l'orientation du réseau, c'est-à-dire en
5 faisant varier θ_1 et θ_2 tout en conservant $\theta_1 - \theta_2$ constant.

Dans la description de tels dispositifs, on appelle traditionnellement - plan de dispersion - le plan perpendiculaire aux traits du réseau contenant le rayon central du faisceau incident et les rayons centraux des faisceaux dispersés par le réseau, c'est celui de la figure 3B.

10 Pour chaque faisceau, on appellera - plan transverse - le plan perpendiculaire au rayon central et - plan longitudinal - le plan perpendiculaire au plan de dispersion contenant le rayon central. Le plan longitudinal est donc celui de la figure 3A.

Sur les différentes figures annexées, la vue A est une vue dépliée, c'est-à-dire selon laquelle le faisceau dispersé 7 par le réseau 4 a été
15 représenté dans le prolongement direct du faisceau incident 6 pour améliorer la lisibilité. La vue B est une représentation vue du dessus, c'est-à-dire dans un plan parallèle au plan de dispersion.

La figure 4 avec ses vues A et B présente un système dans lequel
20 la sélection en longueur d'onde est réalisée par les dimensions géométriques d'un miroir associé à un réseau dans la configuration de Littman-Metcalf. Un système optique convergent 8 au foyer duquel est placée l'extrémité 2 de la fibre d'entrée 1, collimate le faisceau 9 émis par l'extrémité de la fibre, de telle sorte que le faisceau incident 6 sur le
25 réseau est un faisceau collimaté. Ainsi, le ou les faisceaux dispersés 7 sont des faisceaux également collimatés et un système optique convergent 10 focalise ces faisceaux dans son plan focal 4' où est placé un miroir 5 qui a une dimension d limitée dans le plan de dispersion tel que cela apparaît sur la figure 4B. Pour les longueurs d'onde
30 correspondant aux faisceaux 7' se réfléchissant sur le miroir, le système se comporte en œil-de-chat, et donc ces longueurs d'onde se recouplent en retour dans la fibre d'entrée, qu'elle soit monomode ou multimode.

Ainsi, ce miroir ne renvoie vers le système optique 10 et donc vers le réseau 4, qu'une partie limitée du spectre, les longueurs d'onde
35 correspondant aux faisceaux extérieurs 7'' n'étant pas réfléchies.

Ce flux découpé et reçu en retour par le système optique 8 puis par la fibre optique 1 qui joue ainsi dans ce mode de réalisation, le rôle de fibre optique d'entrée et de sortie.

Différents dispositifs sont concevables pour séparer les flux d'entrée et flux de sortie, en particulier, de manière préférée, on a représenté sur la figure 2, un circulateur qui permet de réaliser cette séparation avec des pertes d'énergie minimales.

La fibre d'entrée-sortie 1 reliée au dispositif de découpage 3 est donc reliée à son autre extrémité au circulateur 11 qui possède une entrée 12 et une sortie 13.

Ce dispositif de sélection en longueur d'onde fonctionne convenablement mais se révèle encore instable et fournissant des flux lumineux ou signaux imprécis.

Pour éviter ces défauts, on s'est attaché, selon l'invention, à s'affranchir des défauts de polarisation.

Ainsi, tel que représenté sur les figures 5A et 5B, on a mis en œuvre un dispositif compensant les effets de polarisation connus susceptibles d'être introduits par le réseau 4 et de produire des effets parasites.

A cet effet, le faisceau collimaté 6 émergeant du système optique 8 est divisé par le séparateur de polarisation 14 en deux faisceaux parallèles, respectivement 15 et 16, de polarisation croisée. Une lame $\lambda/2$ 17 modifie la polarisation du flux 16, de telle sorte que le flux 15 et le flux modifié 18 ont la même polarisation et subissent donc exactement les mêmes effets de la part du réseau 4. La lentille 10 fait converger chacun de ces faisceaux sur le miroir 5 qui échange leurs trajets, ce qui signifie que les trajets de retour des faisceaux 18 et 15 sont échangés après réflexion sur le miroir 5, le faisceau 18 empruntant au retour le chemin optique du faisceau 15 à l'aller et réciproquement.

Ainsi, les faisceaux 18 et 15 sont recombinaés au retour et ont subi exactement les mêmes effets du réseau 4.

On évite ainsi tout effet parasite susceptible d'être produit par le réseau en fonction de la polarisation et donc on améliore la forme de la répartition spectrale du flux lumineux découpé.

Différents modes de réalisation préférés permettent la mis en œuvre du dispositif décrit plus haut et augmentent chacun, la finesse de la bande spectrale découpée et, éventuellement, de permettre le découpage d'un plus grand nombre de bandes élémentaires dans le spectre large incident.

Sur les figures 6A et 6B, on a représenté un mode de réalisation dans lequel la fibre de sortie 20 est distincte de la fibre d'entrée 1.

A cet effet, on utilise à la place du miroir 5, un réflecteur 21 qui, vu dans le plan longitudinal, a la forme d'un dièdre alors qu'il garde une faible dimension d dans le plan de dispersion.

Tel que représenté dans le plan longitudinal, ce dièdre 21 est positionné par rapport au système optique convergent 10 de telle sorte que, après réflexion sur chacune des faces du dièdre 21, les faisceaux entrants parallèles dans le système optique 10 convergent en un faisceau 41 dans le plan milieu 22 du dièdre 21 et émergent sous forme d'un faisceau symétrique 42, permettant ainsi que le faisceau 23 émis par la fibre 1 forme un faisceau 24 symétrique du faisceau 23 par rapport à l'axe optique 25 du système et soit reçu par la fibre 20 placée symétriquement par rapport à cet axe de la fibre d'entrée 1.

Un tel dièdre est représenté plus en détail sur la figure 7 et ce composant peut être remplacé de manière analogue par l'ensemble représenté sur la figure 8 constitué par un biprisme 30 et un miroir 31. Le miroir 31 étant perpendiculaire à l'axe de symétrie du biprisme 30, un faisceau entrant 41 produisant le faisceau 33 par la déviation du biprisme 30 est convergent dans le plan du miroir 31 et réfléchi symétriquement. Le miroir 31 produisant un faisceau 32 qui, après déviation par le biprisme 30, produit un faisceau 42. Le faisceau 42 est symétrique du faisceau 41. Ce composant 30, 31 permet donc, comme le réflecteur 21, la réalisation d'un faisceau 35 à recevoir par la fibre 20 à partir du faisceau 23 émis par la fibre 1.

Sur les figures 9 (9A, 9B, 9C), on a représenté un mode de réalisation de l'invention permettant à la fois de compenser les effets de polarisation comme indiqué plus haut, de linéariser la répartition du spectre, en fréquence, dans la zone de découpage et de compenser l'anamorphose habituellement introduit par le réseau.

A cet effet, un séparateur de polarisation est placé après le système optique convergent 8 et décompose le faisceau lumineux incident 9 produit par la fibre optique d'entrée 1 en deux faisceaux 15 et 18. Un prisme 27 est alors placé sur les faisceaux et réalise une première dispersion précédant celle produite par le réseau 4.

On sait qu'il est ainsi possible de produire par l'association du prisme 27 et du réseau 4, une dispersion linéaire en fréquence.

Les faisceaux lumineux sont alors repliés sur eux-mêmes par un réflecteur 26 qui les renvoient donc, en sens inverse, sur l'ensemble disperseur formé par le réseau 4 et le prisme 27.

Pour une meilleure lisibilité, sur les figures 9, on a représenté de manière indépendante, sur la vue A, une représentation transverse du dispositif telles que les vues A des figures 3, 4, 5, 6, sur la vue B, une vue dans le plan de dispersion correspondant à l'étage supérieur de la vue A et, sur la vue C, une vue dans ce même plan de dispersion de l'étage inférieur de la vue A.

A l'étage supérieur, après une nouvelle dispersion par l'ensemble réseau 4-prisme 27, le système optique de collimation 10 focalise ces faisceaux sur le miroir 5 qui opère la sélection spectrale recherchée.

Les faisceaux sélectionnés sont alors réfléchis et suivent un chemin inverse de celui décrit jusqu'à présent pour converger en retour sur l'extrémité 2 de la fibre 1.

Ainsi, la séparation de polarisation permet une action symétrique du réseau lors de chacun de ces passages et évite donc tout effet perturbant, l'association d'un prisme et d'un réseau permet la linéarisation en fréquence dans le plan d'étalement du spectre, c'est-à-dire dans le plan du miroir 5, le double passage de chacun des faisceaux dans l'ensemble disperseur (réseau-prisme) assure la compensation de l'anamorphose et donc un couplage efficace du faisceau sortant dans la fibre 1. Ce quatrième mode de réalisation peut être utilisé en combinaison avec le troisième mode en remplaçant la fibre unique par une fibre d'entrée et une ou plusieurs fibres de sortie et en remplaçant le miroir par un ou plusieurs dièdres réflecteurs ou ensembles miroir-biprisme.

Il peut être aussi utile d'associer chaque fibre avec une microlentille pour réduire la divergence du faisceau 9.

Enfin, ce filtre peut être accordable en modifiant la position ou la largeur d du réflecteur, ou bien en plaçant en rotation le réseau ou l'ensemble système optique de collimation - réflecteur ou enfin le réflecteur de repliement 26. Associé à un détecteur, ce filtre permet de
5 réaliser un analyseur de spectre optique de réponse spectrale rectangulaire.

Sur la figure 10, on a représenté un mode de réalisation de l'invention dans lequel la fibre de sortie est distincte de la fibre d'entrée et dans lequel un réflecteur tel que celui représenté et décrit par référence à
10 la figure 8, est utilisé.

Les éléments représentés sur les figures précédentes ont été désignés par les mêmes références numériques, tout comme sur les figures 6A et 6B, le faisceau 23 émis par la fibre 1 forme un faisceau 24 symétrique du faisceau 23 par rapport à l'axe optique 25 du système.

15 Le séparateur de polarisation 14 divise le faisceau entrant 23 en deux faisceaux parallèles, respectivement 15 et 16. Après réflexion sur le miroir 31 et ayant subi une déviation par le biprisme 30 à la fois avant la réflexion et après la réflexion, ces deux faisceaux traversent à nouveau l'ensemble formé par la lame $\lambda/2$ 17 et le séparateur de polarisation 14 de
20 façon à former le faisceau de retour 24 qui est couplé à la fibre optique 20. Seul le faisceau réfléchi 15' issu du faisceau 15 subit l'effet de la lame $\lambda/2$ 17. Au contraire, le faisceau réfléchi 18' issu du faisceau incident 18 est adressé au séparateur de polarisation 14 sans subir l'effet de cette
25 lame $\lambda/2$. Les faisceaux 18' et 16' (produits à partir du faisceau 15' par l'effet de la lame $\lambda/2$ 17) sont combinés par le séparateur de polarisation 14 pour former le faisceau 24.

Ce dispositif a été décrit avec un miroir de dimensions et de position fixes.

Dans certaines applications, il peut être utile de faire varier la
30 largeur spectrale du flux sélectionné et/ou sa longueur d'onde centrale. Pour contrôler la largeur spectrale, une fente de largeur variable est placée devant un miroir de grande dimension. La position de la fente dans son plan détermine la longueur d'onde centrale.

REVENDICATIONS

1. Filtre optique à réponse rectangulaire permettant le découpage d'un intervalle spectral limité dans un flux lumineux de spectre large comprenant :

- 5 - une fibre optique d'entrée ayant une extrémité,
- un ensemble réseau-réflecteur dans la configuration de Littman-Metcalf,
- un système optique convergent de collimation au foyer duquel est placée l'extrémité de la fibre d'entrée,
- 10 - un système optique convergent de focalisation placé entre le réseau et le réflecteur,
- au moins un réflecteur placé dans le plan focal du système optique de focalisation qui a une dimension limitée dans le plan de dispersion, la position et la dimension limitée du réflecteur dans le plan de
- 15 dispersion déterminant l'intervalle spectral découpé,
- caractérisé en ce qu'il comporte un séparateur de polarisation placé entre la fibre d'entrée et le réseau et produisant deux faisceaux lumineux élémentaires parallèles et polarisés orthogonalement l'un à l'autre, une lame $\lambda/2$ étant placée sur l'un des faisceaux élémentaires de façon à
- 20 produire deux faisceaux parallèles élémentaires polarisés dans une direction orthogonale aux traits du réseau, le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf renvoyant chaque faisceau élémentaire sur le chemin et en direction opposée de l'autre.

25 2. Filtre optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fibre optique d'entrée est une fibre monomode.

3. Filtre optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le flux lumineux de spectre limité produit est collecté dans une fibre optique de sortie distincte de la fibre d'entrée et de même type que celle-ci.

30 4. Filtre optique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs fibres optiques de sortie, chacune étant associée à un réflecteur, ces réflecteurs étant placés dans le plan focal du système optique de focalisation et ayant une dimension faible dans le plan de dispersion et déterminant un intervalle spectral particulier.

5. Filtre optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le flux lumineux de spectre limité produit est collecté par la fibre d'entrée et que celle-ci porte un circulateur optique permettant de séparer le flux de sortie du flux entrant sans perte d'énergie.

5 6. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un réflecteur de repliement assurant un doublement des passages du faisceau lumineux sur le réseau.

7. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un miroir
10 plan associé à un bi-prisme.

8. Filtre optique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le réflecteur de la configuration de Littman-Metcalf est un dièdre tronqué.

1/8

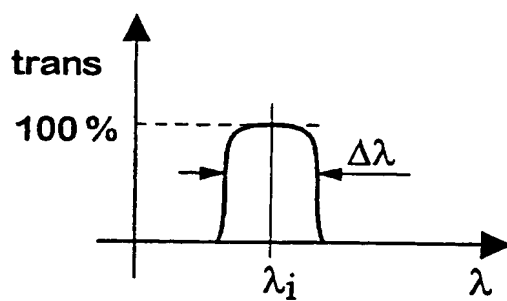


FIGURE 1

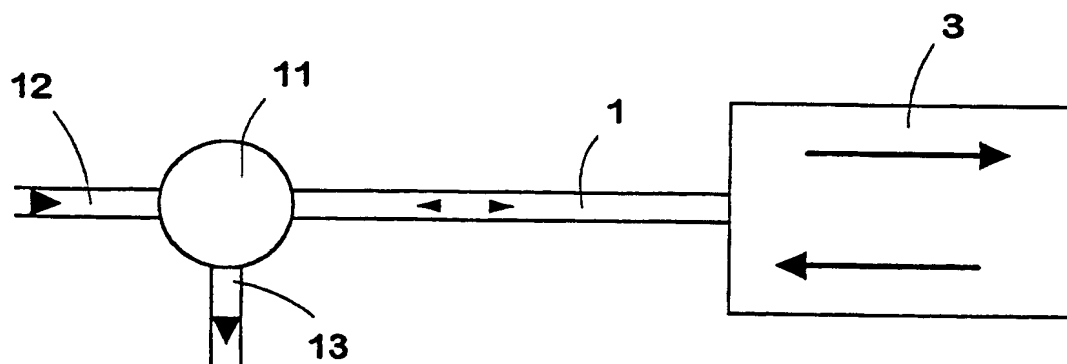


FIGURE 2

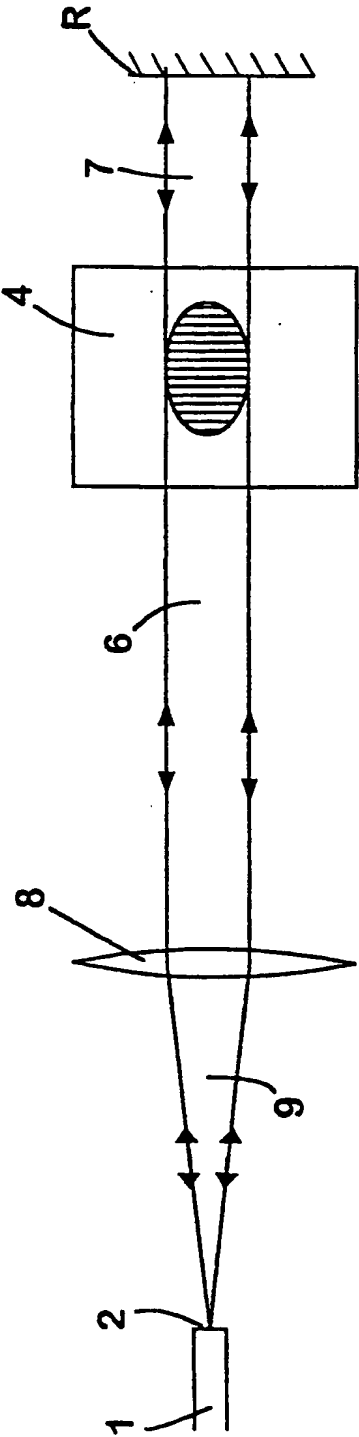


FIGURE 3A

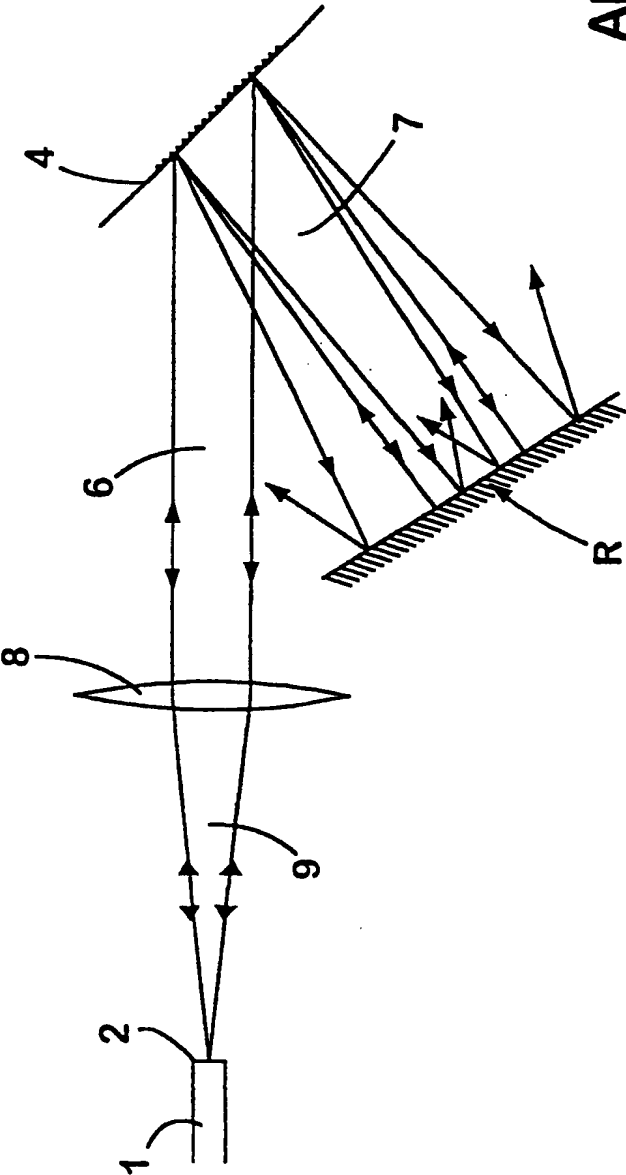


FIGURE 3B
ART ANTERIEUR



3/8

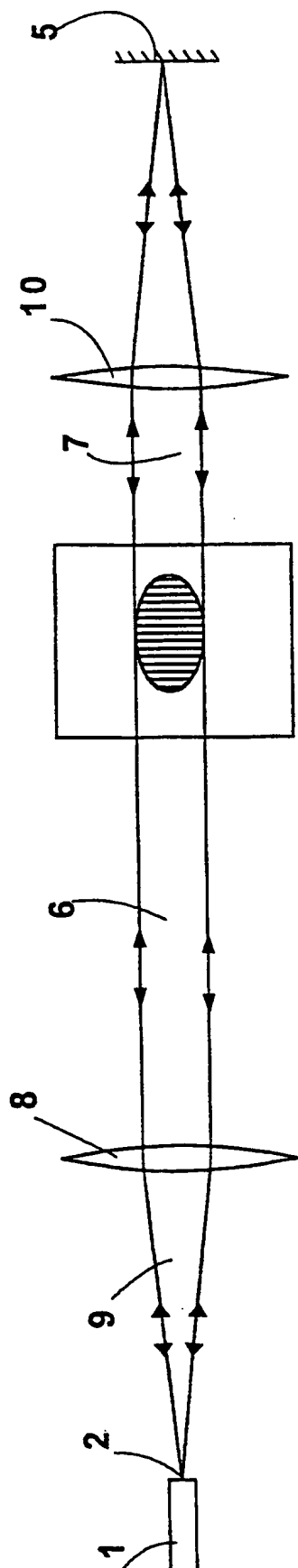


FIGURE 4A

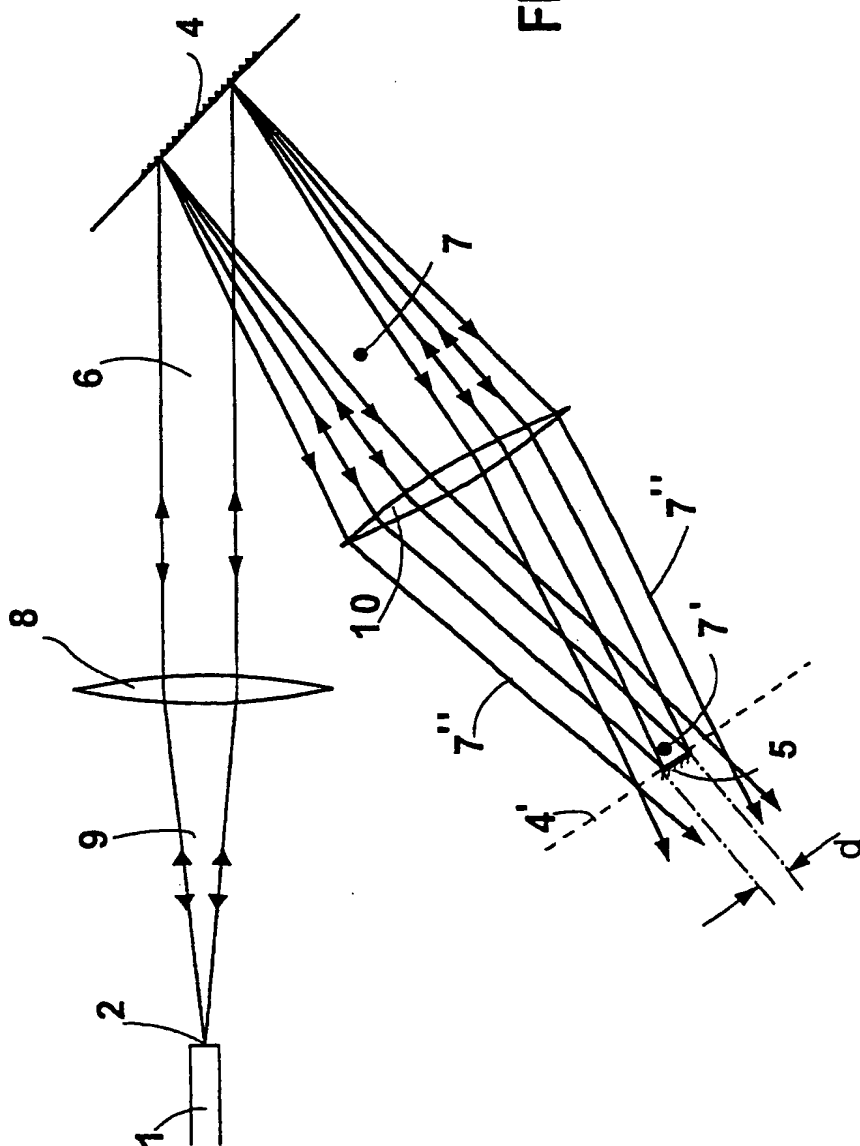


FIGURE 4B

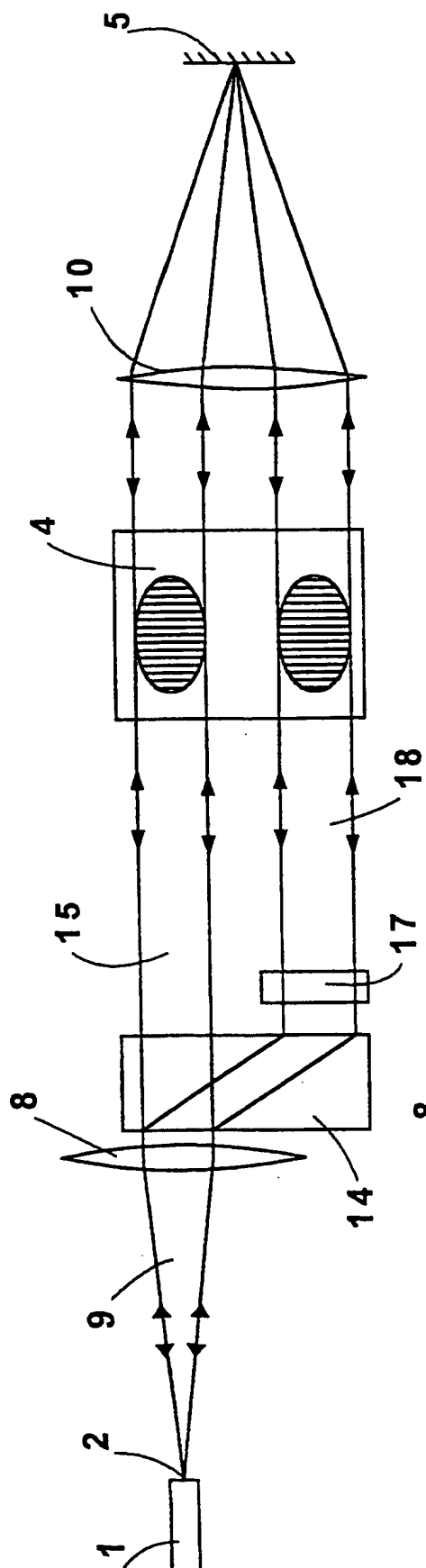


FIGURE 5A

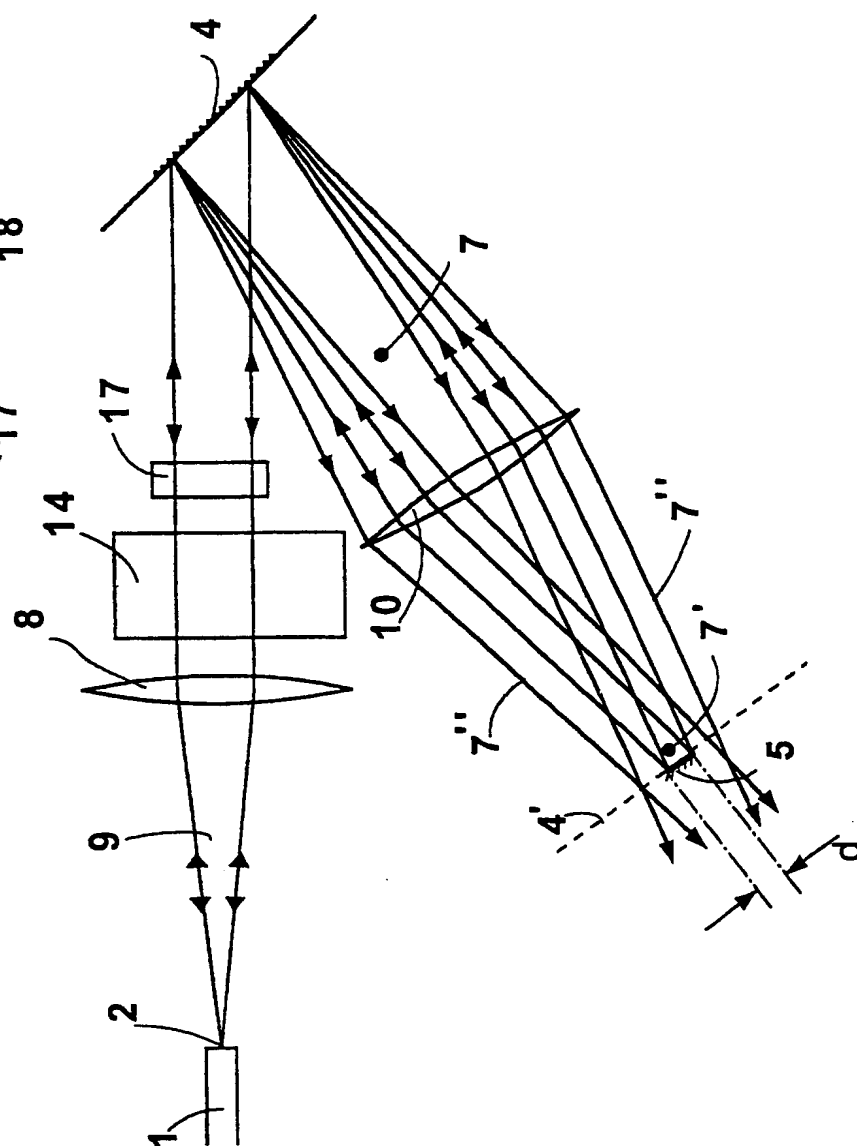


FIGURE 5B

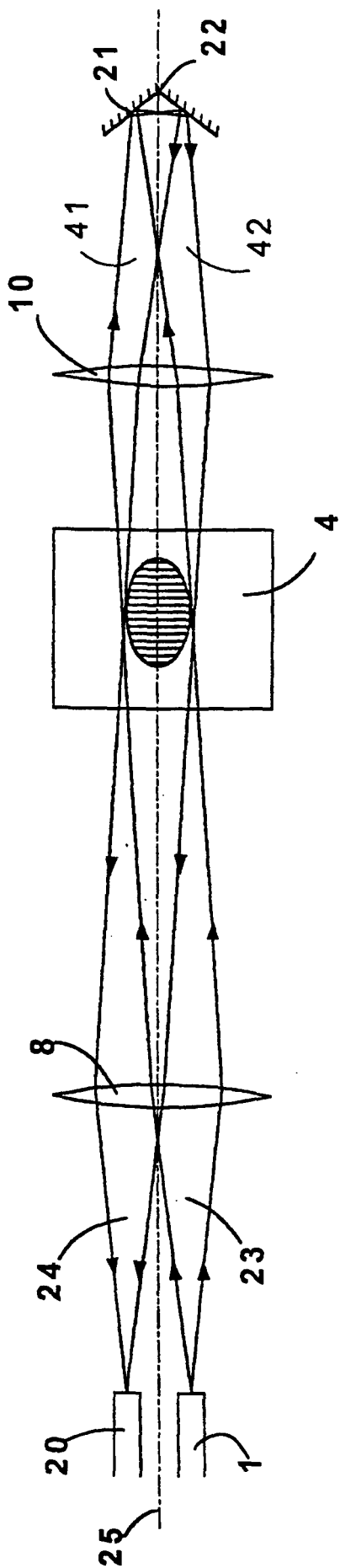


FIGURE 6A

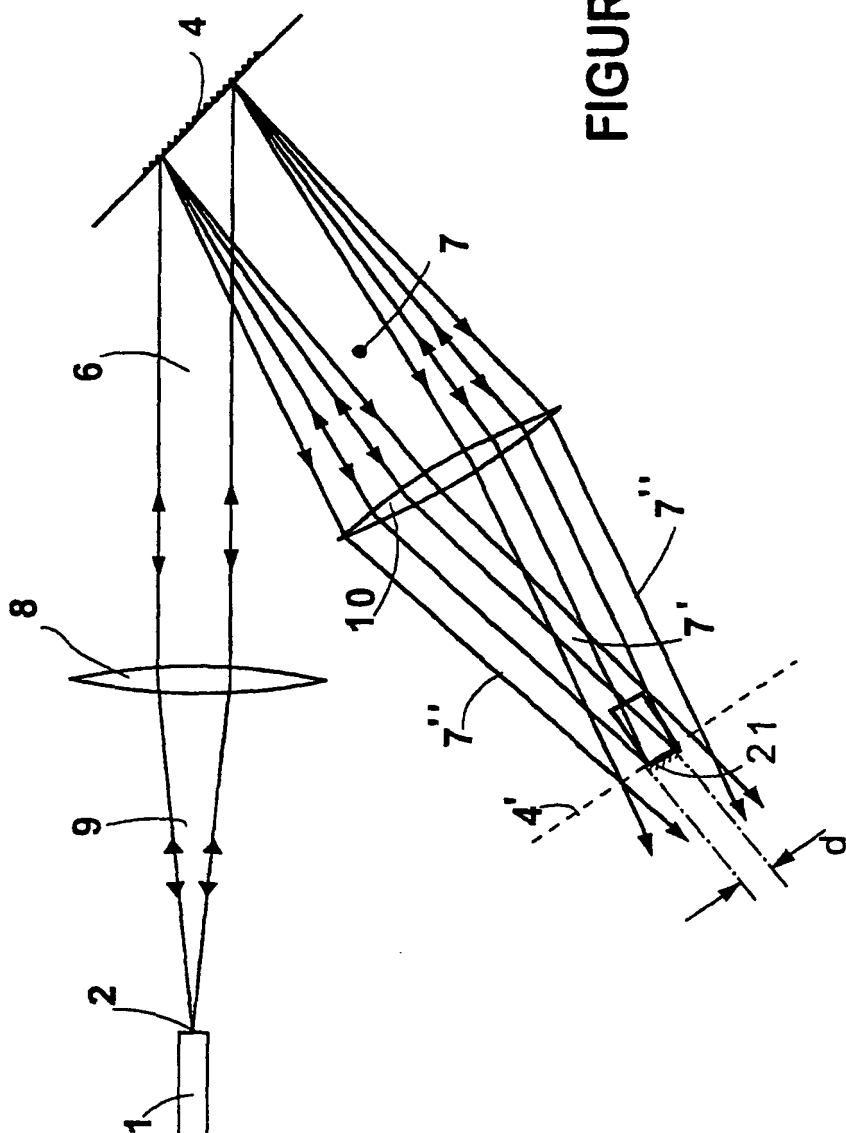


FIGURE 6B

6/8

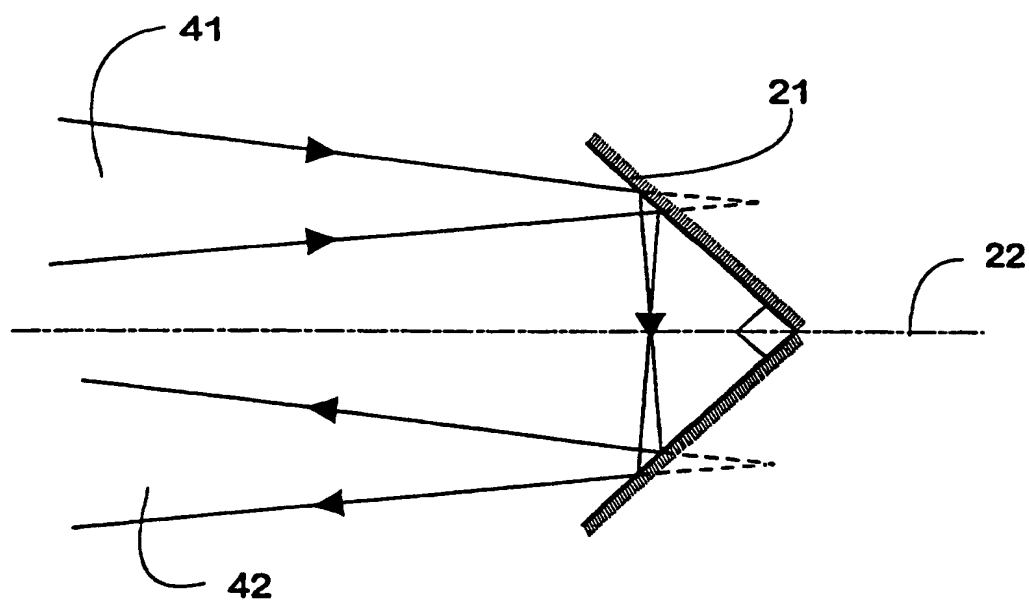


FIGURE 7

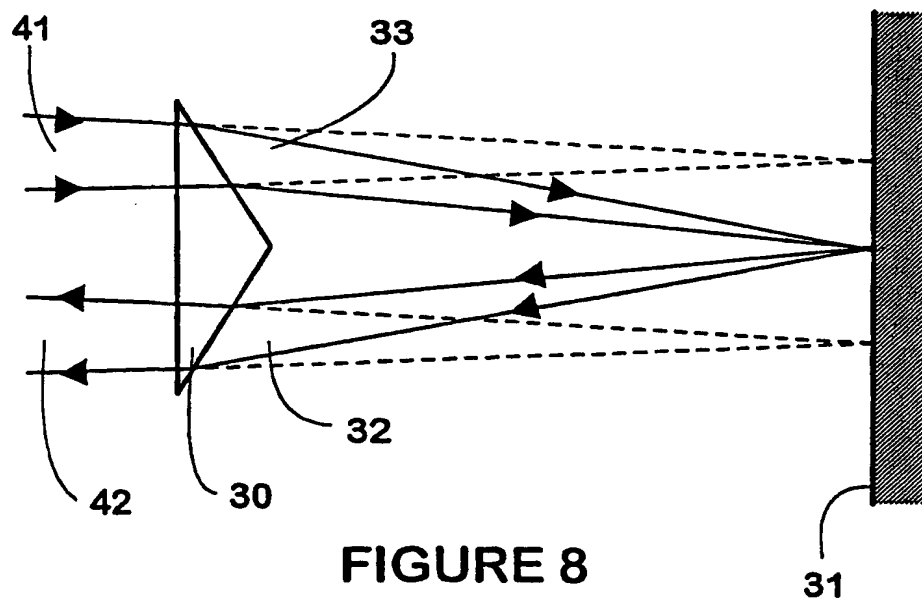
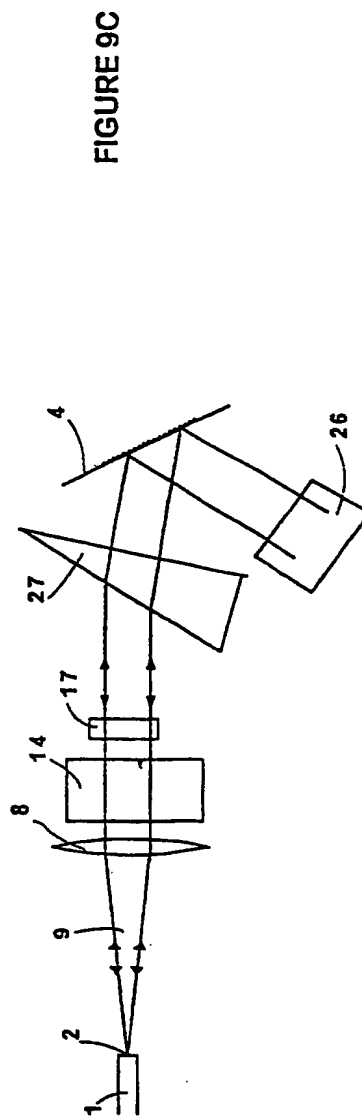
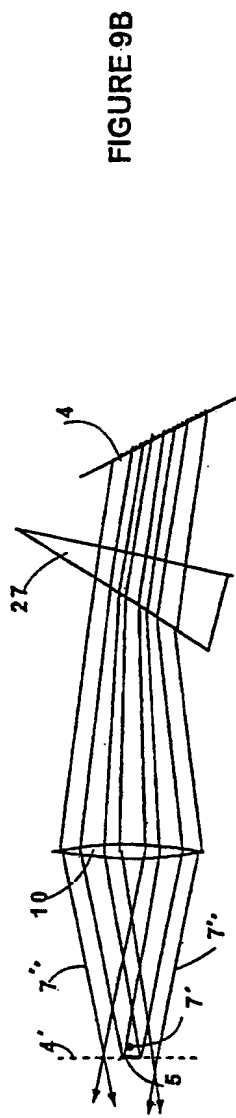
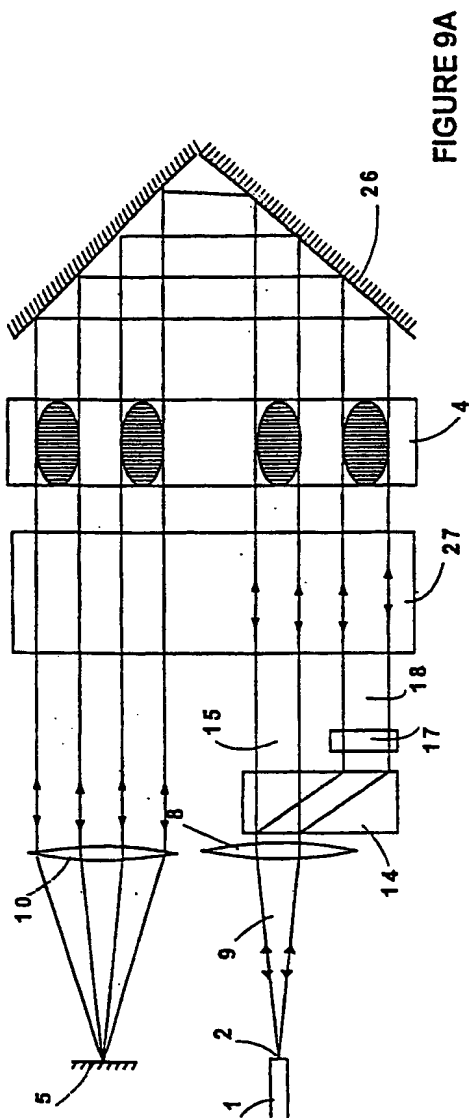


FIGURE 8



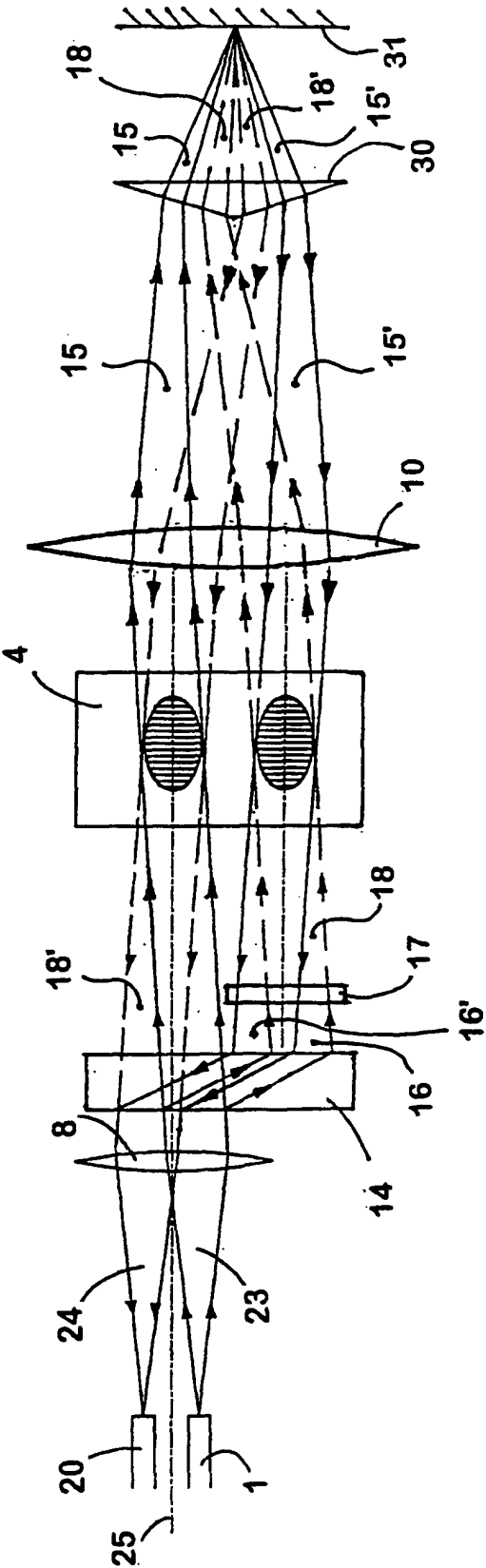


FIGURE 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 00/02018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01S3/085 H01S3/083 G02B6/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S G02B H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	I. NISHI, T. OGUCHI, K. KATO: "Broadband Multi/Demultiplexer for Multimode Fibers using a diffraction grating and retroreflectors." JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, vol. LT-5, no. 12, December 1987 (1987-12), pages 1695-1700, XP002121418	1,6
A	page 1696, column 1, paragraph 2; figure 1	2,3
A	EP 0 859 249 A (PHOTONETICS) 19 August 1998 (1998-08-19) cited in the application the whole document	1-8
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 November 2000

Date of mailing of the international search report

08/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hervé, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 00/02018

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CHI-LUEN WANG ET AL: "DUAL-WAVELENGTH EFFECTIVELY MODE-LOCKED LASER-DIODE ARRAY WITH AN EXTERNAL GRATING-LOADED CAVITY" OPTICS LETTERS, vol. 19, no. 18, 15 September 1994 (1994-09-15), pages 1456-1458, XP000445462 ISSN: 0146-9592	1,6
A	page 1456, column 1, paragraph 2; figure 1 ----	4
A	KU P -C ET AL: "MULTIPLE CROSS SWITCHING IN A TWO-MODE SEMICONDUCTOR LASER" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 69, no. 26, 23 December 1996 (1996-12-23), pages 3984-3986, XP000643685 ISSN: 0003-6951	1,6
A	page 3984, column 1, paragraph 2; figure 1 ----	4
A	M SHIRASAKI ET AL: "BROADENING OF BANDWIDTHS IN GRATING MULTIPLEXER BY ORIGINAL DISPERSION-DIVIDING PRISM" ELECTRONICS LETTERS, vol. 22, no. 14, 1 July 1986 (1986-07-01), page 764/765 XP002058272 ISSN: 0013-5194 the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02018

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0859249 A	19-08-1998	JP 10300976 A	13-11-1998
		US 6084695 A	04-07-2000
<hr/>			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/02018

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01S5/10 H01S3/083 G02B6/34

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01S G02B H04J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	I. NISHI, T. OGUCHI, K. KATO: "Broad Passband Multi/Demultiplexer for Multimode Fibers using a diffraction grating and retroreflectors." JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, vol. LT-5, no. 12, décembre 1987 (1987-12), pages 1695-1700, XP002121418	1,6
A	page 1696, colonne 1, alinéa 2; figure 1	2,3
A	EP 0 859 249 A (PHOTONETICS) 19 août 1998 (1998-08-19) cité dans la demande le document en entier	1-8
-/--		



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 novembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/11/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hervé, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/02018

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	CHI-LUEN WANG ET AL: "DUAL-WAVELENGTH ACTIVELY MODE-LOCKED LASER-DIODE ARRAY WITH AN EXTERNAL GRATING-LOADED CAVITY" OPTICS LETTERS, vol. 19, no. 18, 15 septembre 1994 (1994-09-15), pages 1456-1458, XP000445462 ISSN: 0146-9592	1,6
A	page 1456, colonne 1, alinéa 2; figure 1	4
A	KU P -C ET AL: "MULTIPLE CROSS SWITCHING IN A TWO-MODE SEMICONDUCTOR LASER" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 69, no. 26, 23 décembre 1996 (1996-12-23), pages 3984-3986, XP000643685 ISSN: 0003-6951	1,6
A	page 3984, colonne 1, alinéa 2; figure 1	4
A	M SHIRASAKI ET AL: "BROADENING OF BANDWIDTHS IN GRATING MULTIPLEXER BY ORIGINAL DISPERSION-DIVIDING PRISM" ELECTRONICS LETTERS, vol. 22, no. 14, 1 juillet 1986 (1986-07-01), page 764/765 XP002058272 ISSN: 0013-5194 le document en entier	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/02018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0859249 A	19-08-1998	JP 10300976 A	13-11-1998
		US 6084695 A	04-07-2000
<hr/>			

•
•
•
•

•
•
•
•